

**ALGUNOS APUNTES SOBRE LA DISTRIBUCION
DE DISTINTOS ELEMENTOS QUIMICOS
EN LA SIERRA DE GUANAJUATO,
por Ernesto Wittich.**

Revisando los numerosos minerales encontrados en la Sierra de Guanajuato con respecto á sus procedencias, se ve que, además de algunos abundantes en toda la tierra, hay otros que son mucho más raros ó limitados á pocos puntos y lo mismo sucede naturalmente con algunos elementos químicos contenidos en esos minerales.

Hasta hoy se han encontrado en el terreno de nuestro estudio 37 elementos; entre ellos muy corrientes los 19 siguientes: H, O, C, Na, K, Cu, Ag, Au, Mg, Zn, Ca, Al, Si, Pb, As, Sb, S, Mn, Fe, y más raros ó en cantidades pequeñas los 17 que siguen: F, Cl, Br, N, P, Bi, B, Se, Te, Sr, Ba, Be, Hg, Sn, Ti, Mo, Wo.

La extraña distribución de estos últimos 17 elementos la vamos á explicar más detalladamente.

Las combinaciones de los *halógenos* son en la Sierra de Guanajuato muy raras. El más frecuente de estos elementos, el *fluor*, se presenta en dos distintos minerales, en la fluorita y en el topacio. La primera, la fluorita, con 48,85% F, se ha encontrado hasta hoy en tres distintos lugares, que son la Veta Madre, las minas del Cubo y del Tajo de Dolores y la veta de bismuto cerca del rancho de Calvillo. Solamente en el último punto hay la fluorita en mayor cantidad con seleniuro de bismuto, cuarzo, molybdenita y otros más.

El otro mineral con fluor, el topacio, queda limitado á las vetas de cassiterita, que arman en la rhyolita. Sin embargo de que esta especie mineral es muy escasa, tiene mucho interés, pues siempre se encuentran minerales de fluor acompañando el óxido de estaño.

Más raro que el fluor es el *cloro* en nuestro distrito y hay solamente dos minerales con cloro, que son la cerargyrita $Ag_2 Cl_2$ y la embolita $Ag_2 Cl Br$. El último es también la única especie que contiene el *bromo*.

Estos dos haloides se encuentran juntos con rareza en la Veta Madre y en las minas de San Pedro y San Bernabé, cerca de La Luz; la cerargyrita sola también en el Pingüico.

Muchas veces estos dos minerales parecen ser los productos de la descomposición, como los del crestón de la Veta Madre y con malaquita y azurita en la mina San Bernabé. Pero la cantidad de los dos halógenos es siempre insignificante.

Muy distinta y rara es la distribución de los elementos del grupo del Nitrógeno y su manera de presentarse.

Todos estos elementos ya se han encontrado en la sierra y entre ellos los más ligeros como N y P son los más raros, mientras que los más pesados son los más frecuentes.

El nitrógeno se había descubierto algunas veces en la conocida apophyllita de la mina El Refugio; según Friedel, tiene hasta 0.51% NH_3 . El otro elemento, el fósforo, se encontró en el mineral Diadochita que tiene la fórmula $\text{Fe}(\text{PO}_3)_2 + \text{FeSO}_4 + m\text{H}_2\text{O}$ con cerca 15% de P. Esta Diadochita hubo ya hace años una vez en la mina de Mellado.

Las cantidades de los dos elementos son muy insignificantes, cuanto más abundantes son los otros tres del mismo grupo, el arsénico, el antimonio y el bismuto. El arsénico se presenta principalmente en forma de mispickel, arsenopyrita, con cerca 46% As. Según el señor Ing. J. D. Villarello, se encuentra este mineral en las vetas de Guanajuato á mayor profundidad. En menor profundidad hay arsenopyrita en la veta de bismuto cerca del rancho de Calvillo, junto con minerales de molybdeno y de bismuto.

También en las vetas neumatogénicas de cassiterita en las rhyolitas se descubrió el arsénico en forma de arsenopyrita; según ensayes, sube la cantidad del As_2O_5 hasta 1.25%. Igualmente hubo el mismo mineral en los criaderos de contacto cerca del rancho de Arperos.

Los criaderos estratificados de pyrita en las pizarras al Norte de Guanajuato tienen también siempre algo de arsénico, probablemente en pequeñas arsenopyritas. Por fin se encuentra este elemento en forma de proustita, sulfoarseniuro de plata; es muy notable que ésta nunca se asocia con el sulfoantimoniuro, la pyrargyrita, y que es mucho más raro. La proustita la ha habido en las vetas al Noroeste de Guanajuato, como las de Villalpando, Peregrina, El Capulín.

En el metal concentrado de la parte de arriba de la mina Pere-

grina ensayaron $As=3\%$ y $Sb=0,1\%$; de las labores más abajo, $As=2,2\%$ $Sb=0,1\%$.

Como parece, tampoco hay mezclas isomórficas de estos dos minerales; al contrario, en las vetas de plata quedan los dos elementos casi separados, de manera que arriba se encuentra la **pyrargyrita** con el antimonio y más abajo la **arsenopyrita** con el arsénico. Pero siempre la cantidad del último elemento afortunadamente es mucho más insignificante que la del antimonio, como en otros distritos parecidos, como por ejemplo en el del Harz, Alemania.

El mineral más abundante de *antimonio* es la mencionada **pyrargyrita**; además hay todavía otros 3 sulfoantimoniuros de plata, que son según el contenido de antimonio:

- Miargyrita con 41% Sb.
- Pyrargyrita con 22,51% Sb.
- Stephanita con 15,5—16,5% Sb.
- Polybasita con 5—11% Sb.

De éstos se había encontrado la **miargyrita** una vez en la mina de Sirena; algo más frecuente es la **stephanita** en las vetas de La Luz y en la Veta Madre.

El mineral principal de los sulfoantimoniuros, la **pyrargyrita**, es muy abundante en el distrito de La Luz, donde es considerado como el mineral principal de plata. Parece que más al Este disminuye el antimonio y por eso se formó menos **pyrargyrita** y más **argentita**. Ya en la Veta Madre hay más sulfuro de plata que sulfoantimoniuro y más todavía en las vetas orientales.

Cuando hubo algo de cobre y arsénico se formó la **polybasita**, que se halla casi en todas las vetas grandes, pero con mayor frecuencia en la Veta Madre y en las del Este, como Pingüico, Villalpando, Tajo de Dolores. Como ya he dicho antes, hay más arsénico y más cobre en el rumbo oriental.

Conforme con esto se halla también la **freibergita**, otro sulfoantimoniuro, en la veta de la mina Esperanza, cerca del Cedro. La **freibergita**, variedad de la **tetraedrita** argentífera, con 23—27% Sb está asociada en esta delgada veta con sulfuros de cobre.

Cuando faltaba la plata y el cobre, se formó el sulfuro de antimonio, la **stibnita** con 71,38% Sb. Así se encontró en dos minas cerca de Santa Ana la **stibnita** en pequeña cantidad y formando una veta delgada más al Noroeste en las faldas del Cerro Prieto, fuera de la zona argentífera.

El *Bismuto* queda limitado á un lugar cerca del Rancho de Calvillo, al Norte de Guanajuato, en dos vetas paralelas, donde lo hubo en tal cantidad que lo explotaron en una mina conocida bajo el nombre "La Industrial." Principalmente ocurre el seleniuro de bismuto, la guanajuatita, con un contenido hasta 77,54% de bismuto; además hay sulfoseleniuros con menos bismuto hasta 68,86%. Más raramente se halló el carbonato de bismuto, la bismutospherita y probablemente el telururo Bi_2Te_3 la joscita.

Estos minerales de bismuto están acompañados siempre de minerales de arsénico (arsenopyrita), de molybdeno (molybdenita), de fluor (fluorita) y de otros más y Frenzel descubrió también hojas de estaño nativo.

El Boro. En el terreno de la mera Sierra de Guanajuato descubrieron en un solo lugar un mineral de boro, la datolita, con 21,83% B como cosa muy rara, esto es, en la mina Caliche, Veta Madre. Es probable que soluciones con poco de $\text{B}(\text{OH})_3$ circulantes en las vetas formaron esta pequeña cantidad de datolita.

Mucho más frecuente hay un mineral con boro fuera de la sierra, es la turmalina que ocurre en los terrenos graníticos al Poniente de La Luz. Es una variedad de turmalina negra, con 10% B_2O_3 más ó menos, que forma un mineral principal de muchas vetas de cuarzo, que arman en el granito.

Como mineral accesorio, pero siempre en cantidad considerable, se encuentra la turmalina en las vetas aplito-pegmatíticas, cerca del rancho de Arperos, en los mismos granitos. Aquí se ve, como en otras partes, siempre el boro, respectivamente sus minerales en las intrusiones de un magma granítico.

Del grupo *Oxígeno-Azufre* hay además de O y S, también los otros dos elementos de peso más alto, el Selenio y el Telurio.

Como ya he mencionado, el *Selenio* se presenta en la mayor parte con bismuto en la guanajuatita, en la mencionada mina La Industrial, y el contenido de este elemento varía entre 24,13% y 31,23%, según la relación en que está substituido el selenio por el azufre.

En la parte central de la sierra se descubrieron también otros minerales de selenio, principalmente la aguilarita, sulfoseleniuro de plata, con cerca 13,75% de ésta. La hubo en las vetas paralelas y al Norte de la Veta Madre, como en las minas San Carlos y Minas de María.

Más esparcido pero más raro es el seleniuro de plata y plomo—la naumannita, encontrado en estas dos minas y ocasionalmente en

la Veta Madre y la veta vecina del Nopal, en la mina cercana San Cayetano y en pocas vetas al Oriente, así en las de la Peregrina, Villalpando y El Nayal.

El lugar principal por el selenio es siempre la mina de bismuto, donde hubo probablemente también el *Teluro*. En la colección del Colegio de Guanajuato hay pocos ejemplares de joseita (Telururo de plata) que son probablemente de esta mina. Encontrándose, pues, en el mismo lugar los elementos azufre, selenio y teluro, es posible que la fórmula de la Joseíta sea $Bi_3 (Te, S, Se)$.

Además se descubrió una vez un telururo de oro en la mina del Nayal, también con minerales de selenio como la naumannita.

El *Molybdeno* se presenta solamente en forma de la molybdenita y lo más con seleniuros en la mina La Industrial; otra vez lo encontraron en la veta del Nopal junto con la naumannita. Además hay molybdenita en condiciones muy distintas, esto es, en los dichos criaderos de contacto cerca de Arperos.

Respecto al último elemento de este grupo, el *Tungsteno*, tuvo la suerte de descubrirlo en un mineral, la raspita, en una veta de estaño. A la verdad es muy insignificante la cantidad, pero es de mucho interés que los elementos ó minerales de tungsteno y estaño quedan casi siempre juntos. (1)

Este *Estaño* y más frecuentemente su óxido está restringido á los terrenos rhyolíticos y á las tobas de ellas, es decir, á rocas ácidas.

Frenzel menciona haber encontrado una vez el estaño nativo en la veta del bismuto, pero por lo regular se halla solamente el óxido de estaño, la cassiterita. La cantidad de la cassiterita, en el estado puro, tiene 78.62% de estaño; es tan considerable que la sacan para fundir el metal; los elementos acompañantes son el fluor, el tungsteno, el arsénico y siempre el fierro.

El *Titanio* resultó en los análisis de los depósitos de los geysers cerca de las Comanjillas, al Poniente de La Luz. Sin embargo de que la cantidad de titanio no es poca en los granitos de los alrededores, no he encontrado un mineral de titanio.

(1) Para completar mis estudios sobre la raspita, tengo que comunicar que este mineral fué descubierto también en Brasil por W. Florence y E. Hussak. Estudios detallados publicaron E. Hussak, Sao Paulo, Ueber Raspit von Sumidouro, Minas Geraës, Brasilien; en Centralblatt für Mineral. 1903. 723 y C. Illawatsch, Der Raspit von Sumidouro Minas Geraës Brasilien. Centralblatt, 1905, pág. 422.

Al último grupo de los elementos raros en nuestro partido pertenecen *Estroncio, Bario, Glucinio (Beryllium) y Mercurio*. Entre ellos es el *mercurio* el más pesado que se halla como elemento y sulfuro en la parte occidental en las minas *La Purísima y Mexiamora*, cerca de *La Luz*. Más frecuente es el cinabrio en las faldas del cerro del Gigante y más al Norte, en el rumbo de *San Juan de la Chica*, donde forma vetas importantes. Los dos puntos cerca de *La Luz*, donde hubo cinabrio, lejanos de este criadero principal, son los más al Oriente.

Los elementos *Magnesio y Zinc*, son muy esparcidos en varios minerales en toda la sierra; en cambio el berylo ó glucinio es único, muy raro. En muy pequeña cantidad encontré solamente una vez el silicato, el berylo, en los terrenos del tiro general de la mina *Valenciana*, junto con cuarzo y valencianita; pero la cantidad era muy insignificante.

Por fin, de los elementos calcio, estroncio, bario, es decir, del grupo paralelo al anterior, tampoco ocurren aquí los dos últimos con mucha frecuencia. El *estroncio* fué encontrado solamente una vez como sulfato, celestina, en la *Veta Madre, mina de Cata*.

Junto con esta celestina había también el sulfato de *bario*, la *baritina*, en la misma mina de *Cata* y, sin este mineral acompañante, en la vecina de *Mellado*, pero también como cosa muy rara. Más abundante ocurre la *baritina* en la ya mencionada mina de bismuto *La Industrial*, con minerales de fluro, selenio y molybdeno y otros más. Sin embargo, la cantidad de bario respectivamente de *baritina*, encontrada en estos lugares, es bastante pequeña.

Como hasta la fecha carecemos de observaciones sistemáticas respecto á la paragenesis y al cambio en la ocurrencia de minerales en las vetas metalíferas en distintas profundidades, no sería de sorprenderse que á profundidades mayores llegasen á encontrarse otros elementos ó cuando menos otras relaciones de cantidad ó asociaciones de minerales. Por lo mismo, tampoco es posible hasta la fecha establecer una regla fija ó ley general respecto de la distribución de los elementos en el distrito referido.

Por lo tanto, estamos obligados á limitarnos á dar á conocer los hechos en las condiciones actuales que hemos podido observar.

Véase además: De Launay. Les éléments chimiques dans l'écorce terrestre. Revue gén. d. sciences. Paris 1904. 390.

E. Wittich. Las especies minerales de la Sierra de Guanajuato. Soc. Geol. Mex. 1909. 195.